

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-214089

(43)Date of publication of application : 04.08.2000

(51)Int.Cl.

G01N 21/64

A01C 21/00

(21)Application number : 11-014397

(71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK

(22)Date of filing : 22.01.1999

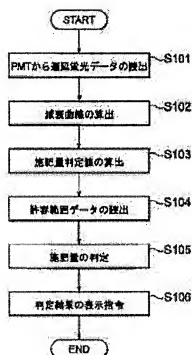
(72)Inventor : ITO TOSHIKI  
TSUCHIYA KOJI  
YAMAZAKI FUMI

## (54) DECISION METHOD FOR FERTILIZATION AMOUNT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a decision method in which whether a fertilization amount is proper or not can be decided with good accuracy.

SOLUTION: In this decision method for a fertilization amount, whether the amount of a fertilizer executed to a sample is within a prescribed range or not is decided. A step wherein the sample to which the fertilizer is executed is irradiated with excitation light is provided. A step wherein delay fluorescence generated from the sample which is irradiated with the excitation light is detected for a prescribed time is provided. A step (S 101) and a step (S 102) which calculated attenuation data as the relationship between the detection time of the delay fluorescence and the luminous intensity of the delay fluorescence are provided. A step (S 103) which finds the decision amount of the fertilization amount on the basis of the attenuation data is provided. In addition, a step (S 104) and a step (S 105) which decide whether the decision value of the fertilization amount is within a predetermined range or not are provided.



7/8

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-214089

(P2000-214089A)

(43) 公開日 平成12年8月4日(2000.8.4)

(51) Int.Cl. <sup>1</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
G 0 1 N 21/64		G 0 1 N 21/64	Z 2 B 0 5 2
A 0 1 C 21/00		A 0 1 C 21/00	Z 2 G 0 4 3

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-14397

(22) 出願日 平成11年1月22日(1999.1.22)

(71) 出願人 000236436

浜松ホトニクス株式会社  
静岡県浜松市市野町1128番地の1

(72) 発明者 伊藤 利昭

静岡県浜松市市野町1128番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内

(72) 発明者 土屋 広司

静岡県浜松市市野町1128番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

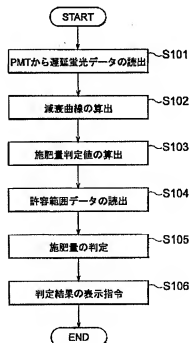
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 施肥量判定方法

(57) 【要約】

【課題】 施肥量が適正であるか否かの判定を精度良く行うことのできる施肥量判定方法を提供すること。

【解決手段】 試料に施された肥料の量が所定の範囲内であるか否かを判定する施肥量判定方法であって、肥料が施された試料に励起光を照射する工程と、励起光が照射された試料から発生する遅延蛍光を所定時間検出する工程と、遅延蛍光の検出時間と遅延蛍光の発光強度との関係である減衰データを算出する工程 (S101, S102) と、減衰データに基づいて施肥量判定値を求める工程 (S103) と、施肥量判定値が予め定められた範囲内であるか否かを判定する工程 (S104, S105) とを備えることを特徴とする。



#### 【請求項の範囲】

【請求項1】 試料に施された肥料の量が所定の範囲内であるかを判定する施肥量判定方法であって、前記肥料が施された前記試料に励起光を照射する工程と、前記励起光が照射された前記試料から発生する遅延蛍光を所定時間検出する工程と、前記遅延蛍光の検出時間と前記遅延蛍光の発光強度との関係である減衰データを算出する工程と、前記減衰データに基づいて施肥量判定値を求める工程と、前記施肥量判定値が予め定められた範囲内であるかを判定する工程と、を備えることを特徴とする施肥量判定方法。

【請求項2】 前記施肥量判定値は、前記減衰データに基づいて作成される減衰曲線の二点の傾きの比の値であることを特徴とする請求項1記載の施肥量判定方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、試料に施された肥料の量が適正であるかを判定する方法に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】茶園等では、うまみを増す目的で、他の作物と比較して多量の肥料が施されている。ところが、肥料を過剰に施すと、新芽の生育が遅れる、根が枯れる等の障害が発生してしまう。また、河川、地下水の硝酸酸性化を誘起することもあり、過剰の施肥は、環境問題の原因にもなっている。

【0003】このような過剰の施肥を防止するために施肥量を判定する方法として、従来から、土壌を採取して肥料濃度を分析する方法や、土を掘り起こして根の状態を目視にて判断する方法が知られている。

##### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前者の方法では、その場での観察ができないだけでなく、施肥後の日数、雨水等の環境に大きく左右されるため、施肥量が適正範囲内であるかを正確に判定することは難しい。また、後者の方法では、過剰の施肥によって根枯れ等の症状が起きて初めて目視で把握することができる場合が多く、試料を回復させるには手遅れになりがちである。このため、前者の方法と同様に、施肥量の判定を正確に行うことは困難である。

【0005】本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、施肥量が適正であるかを判定を精度良く行うことのできる施肥量判定方法を提供することを目的とする。

##### 【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、試料に施された肥料の量が所定の範囲内

であるかを判定する施肥量判定方法であって、肥料が施された試料に励起光を照射する工程と、励起光が照射された試料から発生する遅延蛍光を所定時間検出する工程と、遅延蛍光の検出時間と遅延蛍光の発光強度との関係である減衰データを算出する工程と、減衰データに基づいて施肥量判定値を求める工程と、施肥量判定値が予め定められた範囲内であるかを判定する工程と、を備えることを特徴とする。

【0007】本発明に係る施肥量判定方法によれば、まず、肥料が施された植物の葉などの試料に向けて、励起光が照射される。すると、植物の葉などから遅延蛍光が発生する。かかる遅延蛍光は、励起光が一度葉緑体内部で化学エネルギーに変換された後、ある程度の遅延時間を経たときに再度光エネルギーとして放出されるものであり、このような遅延蛍光をモニターすれば、いわゆる表面的な情報だけでなく、上記化学エネルギーを受け取る分子の情報、即ち内部の情報まで得ることができる。

【0008】試料から発生した遅延蛍光は、光電子増倍管等をはじめとする光検出器などによって所定時間検出される。その後、遅延蛍光の検出時間と遅延蛍光の発光強度との関係である減衰データが算出され、この減衰データに基づいて施肥量判定値が求められる。そして、この施肥量判定値が予め求めておいた範囲内であるかを否か、ひいては試料への施肥量が所定範囲内であるかを判定される。ここで、施肥量が適正であるときの施肥量判定値に基づいて許容範囲を定めれば、試料に施した肥料の量が適正であるかを判定することができる。

【0009】また、本発明の施肥量判定装置において、施肥量判定値は、減衰データに基づいて作成される減衰曲線の二点の傾きの比の値であることが望ましい。

【0010】この場合、たとえば、遅延蛍光の検出初期における減衰曲線の傾きを $k_1$ 、検出後期における減衰曲線の傾きを $k_2$ とした場合、 $k_2/k_1$ 又は $k_1/k_2$ の値が施肥量判定値となる。本発明者の鋭意研究の結果、 $k_2/k_1$ 等で示される施肥量判定値は、試料に施された肥料の量と一定の関係があることが見い出された。そのため、施肥量が適正である場合や肥料を施すことで試料が枯れた場合などの施肥量判定値を予めデータとして蓄積し、このデータに基づいて、施肥量判定値の許容範囲を定めることができる。

##### 【0011】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して、本発明に係る施肥量判定方法の好適な実施形態について詳細に説明する。尚、同一要素には同一符号を用いるものとし、重複する記載は省略する。

【0012】図1は、本実施形態の施肥量判定方法に用いる施肥量判定装置2の構成図である。施肥量判定装置2は、遅延蛍光測定装置4、この遅延蛍光測定装置4にケーブル10を介して接続された判定装置6およびディ

スプレイ 8 から構成されている。なお、遅延蛍光測定装置 4 は、判定装置 6 から脱着可能な携帯型装置である。

【0013】まず、遅延蛍光測定装置 4 の構成について説明する。遅延蛍光測定装置 4 には、試料 12 を挟持できるクリップ形状をなし、さらに外来光を遮断できるように構成された試料セット部 14 が設けられている。なお、本実施形態では、試料 12 として茶葉を使用している。

【0014】本実施形態では、遅延蛍光を検出する光検出器として、光電子増倍管 (PMT) 16 を用いており、当該光電子増倍管 16 と試料セット部 14 との間には、外部からの光を遮断できる略円筒形状の遅延蛍光通過部 18 が形成されている。なお、光電子増倍管 16 にはマルチアルカリ光電面が装着されており、その分光感度特性から遅延蛍光波長である  $720 \sim 760 \text{ nm}$  の光を検出することができる。

【0015】遅延蛍光通過部 18 内の試料セット部 14 近傍には、試料 12 を励起する励起光の光源であるレーザダイオード (LD) 20 が配置されている。レーザダイオード 20 から放出されるレーザ光は、波長  $80 \text{ nm}$  で、試料 12 の照射位置におけるレーザ光の強度は、 $1.0 \text{ mW/cm}^2$  である。また、遅延蛍光通過部 18 内には、試料セット部 14 側から順に、シャッター 22、集光レンズ 24、フィルタ 26 が配置されている。集光用レンズ 24 として、 $f 50$  の  $1:1$  のリレーレンズが用いられ、フィルタ 26 には、波長が  $720 \text{ nm}$  より短い光をカットするカットオフフィルタが使用されている。

【0016】また、光電子増倍管 16 の図 1 における左側には、駆動スイッチ 28 の作動に伴う LD 20 の点灯および消灯、シャッター 22 の開閉、光電子増倍管 16 による遅延蛍光の受光時間などを制御する制御装置 30 が配置されている。また、制御装置 30 の近傍には、光電子増倍管 16、LD 20 およびシャッター 22 の駆動源である電池 32 が交換可能に配置されている。

【0017】次に、図 2 のブロック図を用いて、遅延蛍光測定装置 4 に接続された判定装置 6 およびディスプレイ 8 の構成を説明する。図 2 に示されているように、判定装置 6 には、遅延蛍光測定装置 4 内の光電子増倍管 16 からの信号を増幅するプリアンプ 34 と、増幅された信号をカウントするカウンタ 36 と、減衰曲線の算出、施肥量判定値の算出、算出した施肥量判定値が許容範囲 (所定範囲) 内か否かの判定等を行う CPU 40 と、詳しくは後述する施肥量判定値の許容範囲が複数の肥料について予め蓄積された許容範囲データ記憶部 38 と、が内蔵されている。また、CPU 40 には、減衰曲線、施肥量判定値、および判定結果等を表示可能なディスプレイ 8 が接続されている。

【0018】ここで、図 3 を用いて、一般的な減衰曲線の説明をする。図 3 は、横軸を遅延蛍光の検出時間、縦

軸を遅延蛍光の発光強度としたグラフであり、この図に示された曲線が減衰曲線である。ここでは、施肥量が適正 (窒素成分が年間約  $50 \text{ kg/10 a}$ ) な農地から採取された茶葉 (丸印)、肥料過多 (年間約  $70 \text{ kg/10 a}$ ) の農地から採取された茶葉 A (四角印)、肥料過多 (年間約  $80 \text{ kg/10 a}$ ) の農地から採取された茶葉 B (三角印)、肥料過多 (年間約  $100 \text{ kg/10 a}$ ) の農地から採取された茶葉 C (バツ印) の 4 種類の試料を用いている。なお、測定のばらつきを防止するため、各圃場について、数本の樹木から茶葉をランダムに 33 枚採取した。

【0019】茶葉 C に関しては、地上に現れている部分の観察では肥料過多による影響を判断できないが、土を掘り起こして根を観察したところ肥料過剰による障害が発生し始めていることが分かった。また、茶葉 A、B は、外観上は全く肥料の影響を判断することができなかった。なお、図 3 より、施肥量が多くなるに連れて、遅延蛍光の発光量の総和が少なくなることがわかる。

【0020】図 4 は、図 3 に示した減衰曲線の励起光遮断後 1~10 秒の減衰率 (傾き)  $k_1$  および 15~40 秒後の減衰率 (傾き)  $k_2$  を算出し、これらを 2 次元マッピングしたグラフである。肥料過多の茶葉 A~C については、施肥量が適正のときと比較して、 $k_1$  の分布より初期の減衰率が緩やかになることが分かり、 $k_2$  の分布より後期の減衰率が大きくなることが分かる。特に、最も施肥量の多い茶葉 C (バツ印) に関しては、施肥量が適正のときと比較して、後期の減衰率が極めて大きくなっている。尚、 $k_1$  および  $k_2$  を求めるための減衰曲線上の二点の位置は、適宜変更することができる。

【0021】図 4 で得られた  $k_1$  および  $k_2$  から、本発明者らは、 $k_1/k_2$  の値が肥料への施肥量に関連があることを見出し、その値を施肥量判定値と呼ぶことにした。図 5 は、その施肥量判定値をヒストグラムとして示したものである。横軸を施肥量判定値、縦軸をその頻度とした。図 5 より、施肥量判定値の平均値は、肥料が過剰になるに連れて小さくなることから分かる。このとき、たとえば施肥量判定値の許容範囲を 5.00 以上に設定することで、施肥量判定値が 5.00 以上のときに施肥量が適正と判定し、5.00 よりも小さい場合に肥料過多と判定することができる。また、許容範囲を 4.5 以上に設定すれば、施肥量判定値が 4.5 よりも小さいときに、茶葉 C のように根に障害が発生していることと判定することができる。なお、これらの許容範囲は、この実験で用いた茶葉および肥料と同じものを用いる場合に利用することができる。また、このような許容範囲に関するデータが、判定装置 6 の許容範囲データ記憶部 38 に蓄積されている。

【0022】続いて、施肥量が適正か否かを判定する方法を説明する。

【0023】まず、図 1 を参照して、遅延蛍光の検出ま

で説明する。最初に、施肥量の判定の対象となる試料12を試料セット部14にセットした後、約2分間遮光状態で放置する。その後、オペレータが駆動スイッチ28をオンにすることにより、シャッター22を閉じた状態でLD20が約30秒間点灯し、試料12の光励起を行う。30秒間の光励起が終わった後、制御装置30は、シャッター22を開くと同時に、LD20への供給電源をオフにする。LD20の消灯後、試料12から遅延蛍光が発生し、当該遅延蛍光は、シャッター22を通過し、集光レンズ24によって集光されて、光電子増倍管16に到達する。この際、フィルタ26によって、720nmよりも波長の短い光は遮断される。制御装置30の指令のもと、光電子増倍管16は、200msのサンプリングを200回するおち約40秒間の経時変化を測定する。

【0024】続いて、図2および図6を参照して、光電子増倍管16で検出された遅延蛍光の読み出しから、施肥量の判定結果の表示までの判定装置6に内蔵されたCPU40の制御手順を説明する。光電子増倍管16が所定時間遅延蛍光を検出した後、CPU40は、光電子増倍管16から遅延蛍光の電気信号である遅延蛍光データを読み出す(S101)。光電子増倍管16から読み出された遅延蛍光データは、ブリアンプ34により増幅され、増幅された遅延蛍光データは、カウンタ36でカウントされる。続いて、CPU40は、遅延蛍光データのカウンタ値に基づいて、遅延蛍光の検出時間と発光強度との関係を示す減衰曲線を算出する(S102)。

【0025】減衰曲線を算出した後、CPU40は、施肥量判定値を算出する(S103)。本実施形態では、CPU40は、上述のように遅延蛍光の検出開始1~10秒後の傾き $k_1$ と検出開始15~40秒後の傾き $k_2$ を求め、施肥量判定値である $k_1/k_2$ の値を算出する。なお、実際には、幾つかの試料より求めた判定値の平均値が算出される。施肥量判定値を算出した後、CPU40は、許容範囲データ記憶部38から施肥量判定値の許容範囲に関するデータを読み出す(S104)。

【0026】そして、CPU40は、施肥量判定値が許容範囲を超えているか否かを判断することにより、試料12への施肥量が適正であるか否かを判定する(S105)。なお、上述のように、施肥量判定値が許容範囲内かつ施肥量が適正と判定され、施肥量判定値が許容範囲の下限よりも小さいときは、施肥量が過剰になっていると判定される。本実施形態では、施肥量の過剰のみを判定し、過小については判定しないため、許容範囲の上限を設ける必要はない。但し、許容範囲の上限、すなわち施肥量が少なすぎる場合の許容値も定めれば、施肥量の過小を防止することもできる。また、施肥量判定値の許容範囲は、適宜変更することができる。

【0027】施肥量の判定を行った後、ディスプレイ8に、減衰曲線、施肥量判定値、および施肥量の判定結果

の表示指令を送り(S106)、CPU40の制御動作は終了する。ディスプレイ8に表示された施肥量の判定結果を用いて、たとえば過剰の施肥を取り締まったり、その後の施肥量を決定する際の参考にすることができる。

【0028】本実施形態の施肥量判定装置2によれば、試料のある現場で容易に施肥量の判定を行うことができ、しかも、試料から発せられる遅延蛍光を利用しているため、試料の内部情報を目視などの場合と比較して正確に知ることができる。このため、施肥量の判定を精度良く容易に行うことができる。

【0029】以上、本発明者によってなされた発明を実施形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば、判定部およびディスプレイを遅延蛍光測定装置に組み込んでよい。この場合、農地などの現場での利用が一層容易になる。さらに、施肥量判定値を $k_1/k_2$ でなく $k_2/k_1$ としても、施肥量の判定を行うことができる。

#### 【0030】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る施肥量判定方法によれば、試料から発せられた遅延蛍光を所定時間検出した後、遅延蛍光の検出時間と遅延蛍光の発光強度との関係である減衰データが算出され、この減衰データに基づいて施肥量判定値が求められる。そして、この施肥量判定値が予め求めておいた許容範囲内であるか否か、ひいては試料への施肥量が所定範囲であるか否かが判定される。ここで、施肥量が適正であるときの施肥量判定値に基づいて、上記許容範囲を定めておけば、試料に施した肥料の量が適正であるか否かを判定することができる。

【0031】ここで、本発明では、試料から発せられる遅延蛍光を利用しているため、いわゆる表面的な情報だけでなく試料の内部の情報まで得ることができる。このため、施肥量が適正か否かの判定を精度良く行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の施肥量判定方法に使用する施肥量判定装置を示す図である。

【図2】施肥量判定装置の判定部の構成を詳細に示したブロック図である。

【図3】施肥量が適正な試料と施肥量が過剰な試料に基づいて求められた減衰曲線を示すグラフである。

【図4】図3に示した減衰曲線より求めた $k_1$ および $k_2$ の値を2次元マッピングしたグラフである。

【図5】図3に示した減衰曲線より求めた施肥量判定値を示したヒストグラムである。

【図6】判定部のCPUの制御手順を示すフローチャートである。

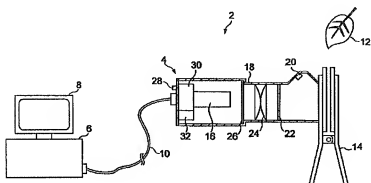
#### 【符号の説明】

2…施肥量判定装置、4…遅延蛍光測定装置、6…判定

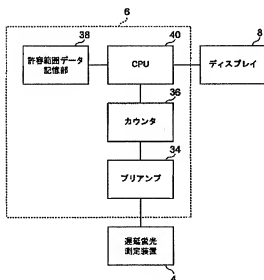
装置、12…試料、14…試料セット部、16…光電子増倍管、20…レーザーダイオード、22…シャッター、24…集光レンズ、26…フィルタ、28…駆動ス

イッチ、30…制御装置、32…電池、34…プリアンプ、36…カウンタ、38…許容範囲データ記憶部。

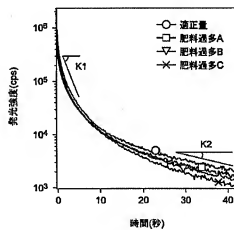
【図1】



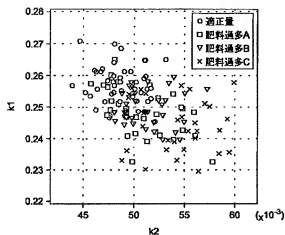
【図2】



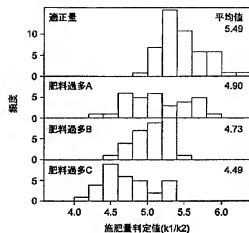
【図3】



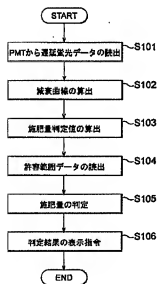
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 山崎 文

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内

Fターム(参考) 2B052 BA08

2G043 AA01 BA14 CA07 DA04 EA01  
FA03 FA05 FA07 GA02 GA07  
GB17 GB21 HA01 HA11 JA03  
KA05 LA02 NA01 NA06 NA11